

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
16. Mai 2002 (16.05.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/38582 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **C07J 41/00**, 1/00, 21/00, 71/00 (74) **Gemeinsamer Vertreter: JENAPHARM GMBH & CO. KG**; Attn. CRAMER, Eva-Maria, Otto-Schott-Strasse 15, 07745 Jena (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/04218
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
9. November 2001 (09.11.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
100 56 676.6 10. November 2000 (10.11.2000) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): JENAPHARM GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Otto-Schott-Strasse 15, 07745 Jena (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AU, BA, BB, BG, BR, CA, CN, CO, CR, CU, CZ, DM, DZ, EC, EE, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KP, KR, LC, LK, LR, LS, LT, LV, MA, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, SG, SK, SL, TT, UA, US, UZ, VN, YU, ZA.
- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHUBERT, Gerd** [DE/DE]; Käthe-Kollwitz-Strasse 13, 07743 Jena (DE). **RING, Sven** [DE/DE]; Ziegenhainer Oberweg 3, 07749 Jena (DE). **ERHART, Bernd** [DE/DE]; Privatstrasse 03, 07768 Kahla (DE).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title:** METHOD FOR THE PRODUCTION OF 4-(17\$G(A) SUBSTITUTED 3-OXOESTRA-4,9-DIEN-11\$G(B)-YL)BENZALDEHYD-(1E OR 1Z)-OXIMES

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON 4-(17 $\alpha$ -SUBSTITUIERTEN-3-OXOESTRA-4,9-DIEN-11 $\beta$ -YL)BENZALDEHYD-(1E ODER 1Z)-OXIMEN

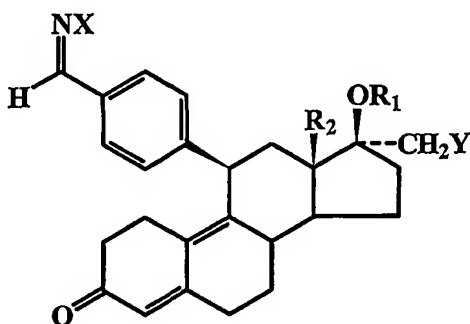
(57) **Abstract:** The invention relates to a method for the production of 4-(17 $\alpha$  substituted 3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl)benzaldehyde-(1E or 1Z)-oximes of general formula (I), where R<sub>1</sub> = H, C<sub>1-6</sub> alkyl or a C<sub>n</sub>F<sub>2n+1</sub> group; R<sub>2</sub> = C<sub>1-4</sub> alkyl, X = E- or Z-OH; and Y = O-C<sub>1-6</sub> alkyl, S-C<sub>1-6</sub> alkyl or O-CH<sub>2</sub>C<sub>n</sub>F<sub>2n+1</sub>, where n = 1, 2 or 3, which produces the target compounds of formula (I) with high yield and selectivity.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Verfahren zur Herstellung von 4-(17 $\alpha$ -substituierten-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl)benzaldehyde-(1E oder 1Z)-oximen der allgemeinen Formel (I) bereitgestellt, worin R<sub>1</sub> ein Wasserstoffatom, einen C<sub>1-6</sub>-Alkylrest oder einen C<sub>n</sub>F<sub>2n+1</sub>-Rest bedeutet, R<sub>2</sub> einen C<sub>1-4</sub>-Alkylrest bedeutet, X eine E- oder Z-ständige OH-Gruppe bedeutet und Y eine OC<sub>1-6</sub>-Alkylgruppe, SC<sub>1-6</sub>-Alkylgruppe oder OCH<sub>2</sub>C<sub>n</sub>F<sub>2n+1</sub>-Gruppe bedeutet, wobei n 1, 2 oder 3 ist, das die Zielverbindungen der Formel (I) mit hoher Ausbeute und Selektivität liefert.

WO 02/38582 A2

**Verfahren zur Herstellung von 4-(17 $\alpha$ -substituierten-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl)benzaldehyd-(1E oder 1Z)-oximen**

Es wird ein Verfahren zur Herstellung von 4-(17 $\alpha$ -substituierten-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl)benzaldehyd-(1E oder 1Z)-oximen der allgemeinen Formel (I)



(I) bereitgestellt,

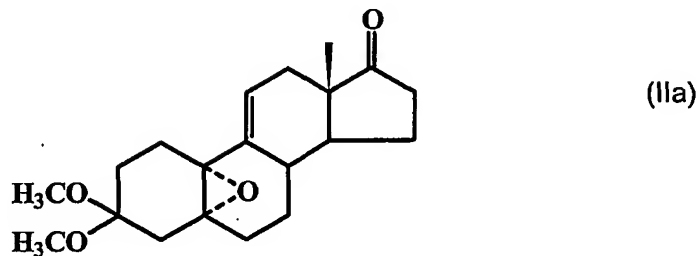
worin  $R_1$  ein Wasserstoffatom, einen  $C_{1-6}$ -Alkylrest oder einen  $C_nF_{2n+1}$ -Rest bedeutet,  $R_2$  einen  $C_{1-4}$ -Alkylrest bedeutet, X eine E- oder Z-ständige OH-Gruppe bedeutet und Y eine  $OC_{1-6}$ -Alkylgruppe,  $SC_{1-6}$ -Alkylgruppe oder  $OCH_2C_nF_{2n+1}$ -Gruppe bedeutet, wobei n 1, 2 oder 3 ist.

4-(17 $\alpha$ -substituierte-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl)benzaldehyd-(1E oder 1Z)-oxime sind bereits bekannt. Substanzen dieser Art sind in der Patentschrift DE 4332283 A1 (EP 0 648 778 B1) beschrieben. Die Verbindungen sind wegen der günstigen antigestagenen und geringen antiglucocorticoiden Wirkung von allgemeinem Interesse für die Behandlung einer Reihe von hormonabhängigen Erkrankungen der Frau wie beispielsweise der Endometriose.

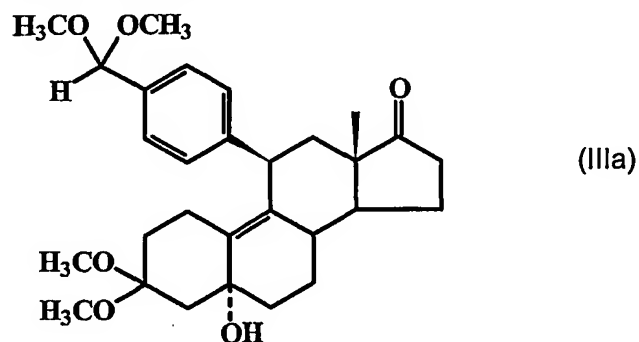
Das bisherige Verfahren zu ihrer Herstellung geht von einem am C-3 als Ketal,

2

vorzugsweise dem als Dimethylketal geschützten 5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -Epoxy-estr-9(11)-en-17-on (IIa)



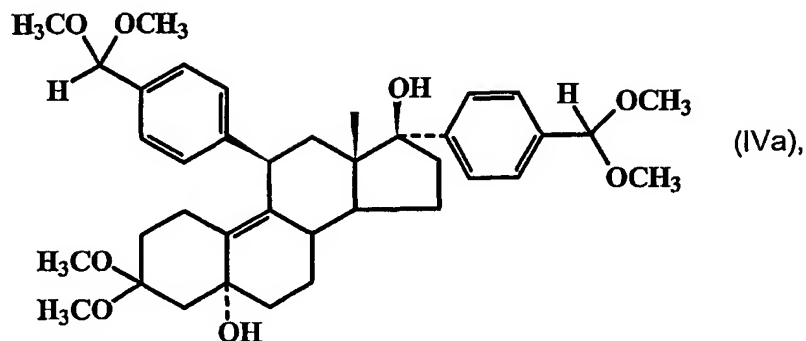
aus und erlaubt somit sowohl selektiv eine Vielzahl von verschiedenen 11 $\beta$ -Aryl-substituierten Steroiden als auch von unterschiedlichen 17 $\alpha$ -substituierten Verbindungen herzustellen. In einem ersten Schritt wird das 5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -Epoxid der Formel (IIa) durch eine durch Cu(I)Salze katalysierte Grignard-Reaktion mit einem 4-Brombenzaldehydketal, vorzugsweise dem 4-Brombenzaldehyddimethylketal, zu 11 $\beta$ -Aryl-substituierten 5 $\alpha$ -Hydroxysteroiden der Formel (IIIa)



geöffnet. Die Ausbeuten des Verfahrens sind dabei nicht optimal, da auch ein Teil (3 bis 10 %) der 17-Oxogruppe angegriffen wird.

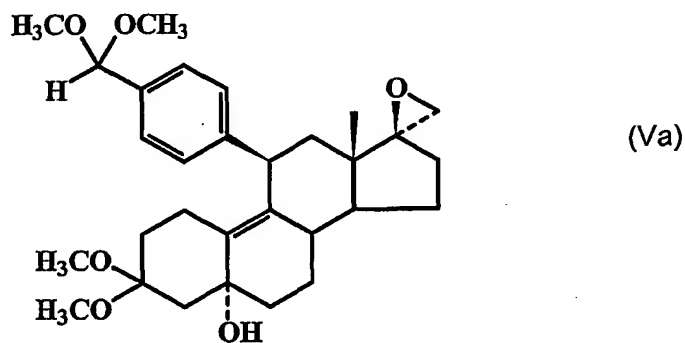
15

Es entstehen 11 $\beta$ ,17 $\alpha$ -Bisaryl-substituierte Steroide der Formel (IVa)

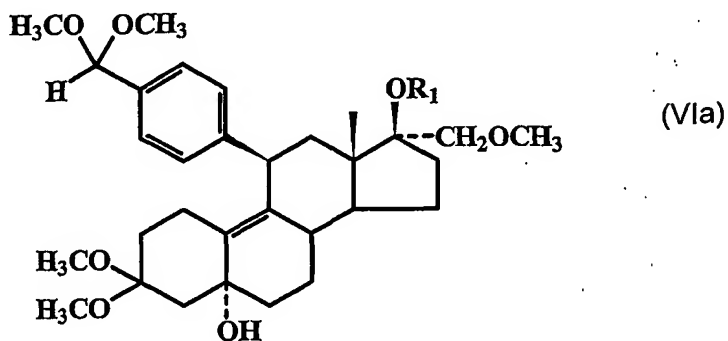


die sich nur aufwendig durch Chromatographie von den gewünschten 11 $\beta$ -Monoaryl-substituierten Verbindungen der Formel (IIIa) abtrennen lassen.

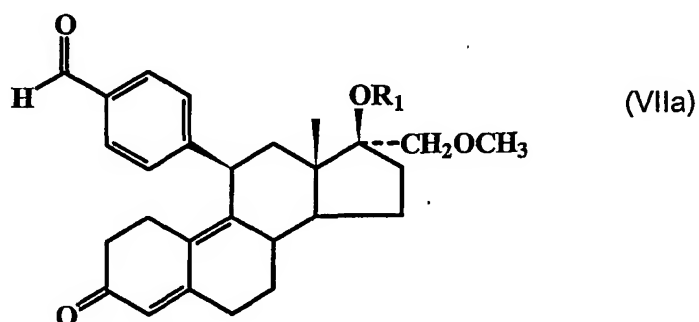
Das Gemisch der Verbindungen der Formel (IIIa) und (IVa) kann nach COREY und CHAYKOWSKY (J. Amer. chem. Soc. **84**, 3782 [1962]) hauptsächlich in das Spiroepoxid der Formel (Va)



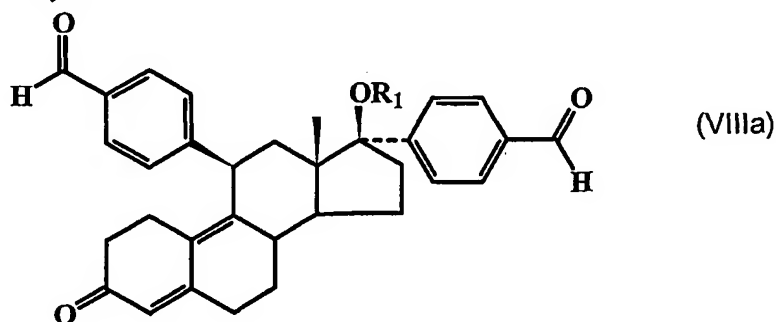
überführt werden, das durch Alkalimethylat zur 17α-Methoxyverbindung der Formel (VIa)



geöffnet wird, worin  $R_1$  ein Wasserstoffatom ist und die entweder direkt oder nach Umsetzung der  $17\beta$ -Hydroxyl mit Alkylhalogeniden in Gegenwart von Basen wie Kalium-tert.-butanolat in inerten Lösungsmitteln wie Tetrahydrofuran (THF) oder Toluol in die  $17\beta$ -Ether der Formel (VIa), worin  $R_1$  einen  $C_{1-6}$ -Alkylrest ist, durch saure Hydrolyse in die Benzaldehyde der Formel (VIIa)



überführt wird, worin  $R_1$  ein Wasserstoffatom oder ein  $C_{1-6}$ -Alkylrest ist. Die bei der Grignard-Reaktion als Nebenprodukte entstehenden  $11\beta,17\beta$ -Bisarylsteroiden der Formel (IVa) werden unter den genannten Bedingungen ständig mitgeführt und letztlich zu den  $11\beta,17\alpha$ -Bisaldehyden der Formel (VIIIa)



hydrolysiert, worin  $R_1$  die vorstehend genannte Bedeutung hat. Diese Bisaldehyde der Formel (VIIIa) unterscheiden sich im Kristallisationsverhalten und in ihren chromatographischen Eigenschaften nur sehr geringfügig von den Monoaldehyden der Formel (VIIa) und sind nur schwer weitgehend quantitativ abzutrennen. Diese Nebenprodukte stören bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel (I).

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist deshalb ein effektiveres und technisch einfacheres Verfahren zur Herstellung von 4-(17 $\alpha$ -substituierten-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl)benzaldehyd-(1E oder 1Z)-oximen der allgemeinen Formel (I) zur Verfügung zu stellen, das den Angriff des Grignard-Verbindung am C-17 verhindert und dadurch mit höherer Ausbeute und Reinheit zu Verbindungen der Formel (I) führt.

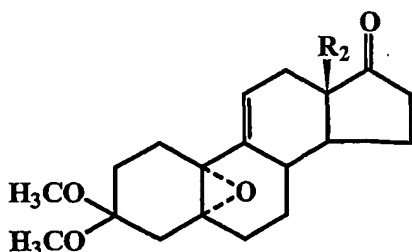
Diese Aufgabe wird gemäß dem Verfahren nach Anspruch 1 gelöst.

- 10 Dadurch, daß die 17-Oxogruppe vor der Grignardierung in die gewünschte 17 $\alpha$ -substituierte Verbindung überführt wird, wird die Bildung des Nebenprodukts der Formel (VIIIa) verhindert, wodurch die Zielverbindungen mit höherer Ausbeute und Reinheit erhalten werden. So kann beispielsweise ausgehend von der Verbindung (II) nach dem
- 15 Verfahren gemäß DE 43 32 283 A1 der Aldehyd (VIIb) in ca. 5,6 % Ausbeute und entsprechend das Oxim (Ic) in ca. 3,8 % Ausbeute hergestellt werden. Durch das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich der Aldehyd (VIIb) nunmehr in ca. 25 % Ausbeute bzw. das Oxim (Ic) in ca. 17 % Ausbeute aus dem Olefin (IX) herstellen, ohne daß
- 20 spezielle chromatographische Bedingungen für die Reinigung angewendet werden müssen.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. Wegen weiterer Vorteile der Erfindung wird auf die folgende Beschreibung und die Ausführungsbeispiele

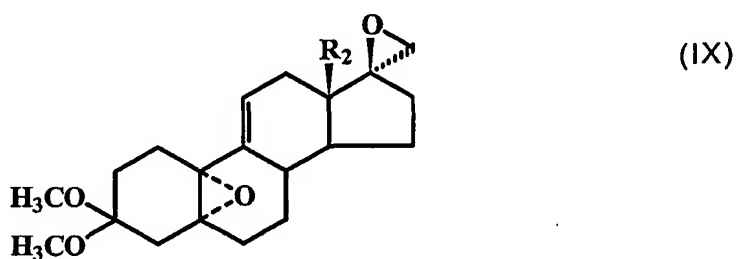
25 verwiesen.

Erfindungsgemäß werden die 3,3-Dimethoxy-5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -epoxy-estr-9(11)-en-17-one der Formel (II)

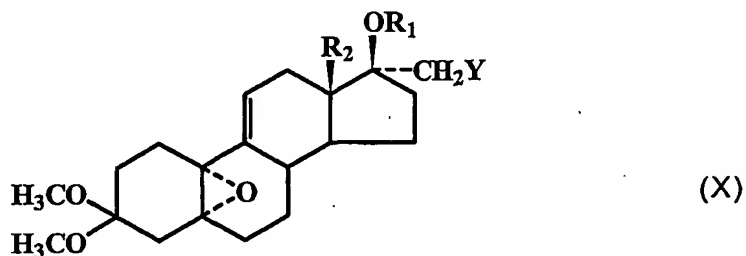


(II)

in der  $R_2$  einen  $C_{1-4}$ -Alkylrest bedeutet, mit einem aktiven Methylenreagens, hergestellt beispielsweise aus Trimethylsulfoniumiodid und einer starken Base, wie Kalium-tert.-butanolat oder Kaliumhydroxid, in Lösungsmitteln, wie  
 5 Dimethylsulfoxid (DMSO), Dimethylformamid (DMF) oder Toluol, in das  $5\alpha,10\alpha$ -Epoxy-17(S)-Spiroepoxid der Formel (IX)

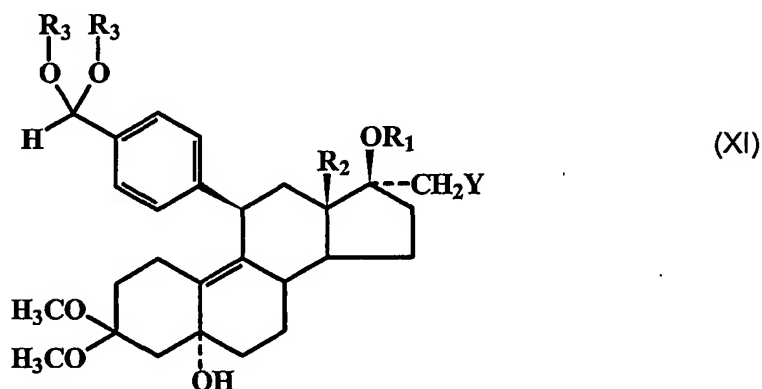


umgewandelt, wobei  $R_2$  die vorstehend genannte Bedeutung besitzt, das nach regio- und stereoselektiver Spaltung der 17-Spiroepoxygruppe durch Alkali- oder Erdalkalialkoholat, vorzugsweise durch  
 10 Natriummethanolat, durch Alkylmercaptane in Gegenwart von Alkalihydroxiden oder Kalium-tert.-butanolat, alternativ direkt mit Alkalimercaptiden oder mit Perfluoralkylalkoholen in Gegenwart von Alkali, vorzugsweise Kalium-tert.-butanolat, in Lösungsmitteln, wie Methanol, DMF oder DMSO, zu den  $17\alpha$ -substituierten Verbindungen  
 15 der Formel (X)

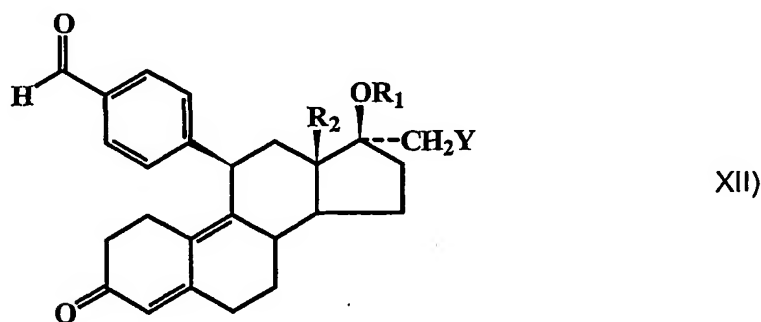


geöffnet wird, wobei Y eine  $OC_{1-6}$ -Alkylgruppe,  $SC_{1-6}$ -Alkylgruppe oder  $OCH_2C_nF_{2n+1}$ -Gruppe bedeutet, wobei n 1, 2 oder 3 ist und  $R_1$  ein Wasserstoffatom ist und  $R_2$  die oben genannte Bedeutung besitzt, die

wahlweise durch Umsetzung der 17 $\beta$ -Hydroxylgruppe mit Halogenalkylverbindungen oder Halogenalkylfluoriden (Halogen = Cl, Br oder I) in Gegenwart von starken Basen wie Kaliumhydroxid, Alkoholaten, wie Kalium-tert.-butanolat, Silberfluoriden, Alkalimetallen und Naphthalin oder Biphenyl in inerten Lösungsmitteln, wie Ethern, THF oder Toluol, in die 17 $\beta$ -Ether oder 17 $\beta$ -Fluoralkylether der Formel (X) umgewandelt werden, worin R<sub>1</sub> ein C<sub>1-6</sub>-Alkylrest oder ein C<sub>n</sub>F<sub>2n+1</sub>-Rest ist, wobei n 1, 2 oder 3 ist, und R<sub>2</sub> und Y die oben genannte Bedeutung haben. Die Verbindungen der Formel (X) werden mit 4-Brombenzaldehydketalen, wie dem 4-Brombenzaldehyd-1,1-ethylenketal oder dem 4-Brombenzaldehyd-1,1-dimethylketal, Magnesium und Cu(I)Cl bei Temperaturen zwischen -35 °C und Raumtemperatur zu den entsprechenden 3,3-Dimethoxy-5 $\alpha$ -hydroxy-11 $\beta$ -benzaldehydketalen der Formel (XI)



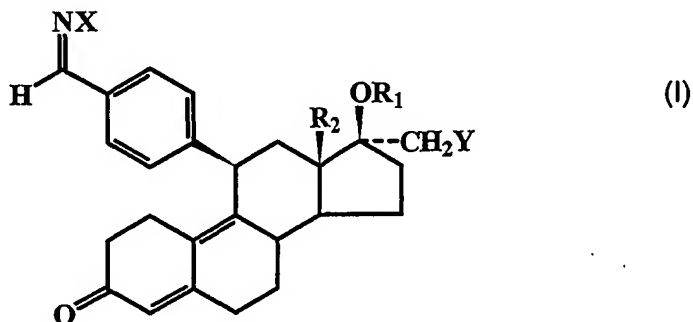
umgesetzt, worin R<sub>3</sub> für einen Methylrest oder eine Ethylidengruppe steht und R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> und Y die vorstehend gegebene Bedeutung haben, die durch saure Hydrolyse der Schutzgruppen, beispielsweise mit verdünnter Essigsäure oder p-Toluolsulfonsäure in Aceton, in die 11 $\beta$ -Benzaldehyd-Derivate der Formel (XII) überführt werden,





worin  $R_1$ ,  $R_2$  und  $Y$  die vorstehend gegebene Bedeutung haben und die Aldehydfunktion selektiv durch Hydroxylammoniumsalze, vorzugsweise Hydroxylaminhydrochlorid in Gegenwart von Basen, vorzugsweise Pyridin oder Triethylamin, bei Raumtemperatur in ein

5 Gemisch der E/Z-Benzaldoxime der allgemeinen Formel (I)



umgewandelt wird, worin  $X$  eine E- oder Z-ständige OH-Gruppe bedeutet,  $R_1$ ,  $R_2$  und  $Y$  die vorstehend gegebene Bedeutung haben, die umkristallisiert oder durch Chromatographie getrennt, gereinigt und als Einzelkomponenten isoliert werden.

10

Unter "Alkylrest" wird in der vorliegenden Erfindung ein verzweigter oder geradkettiger Alkylrest verstanden. Als  $C_{1-4}$ - bzw  $C_{1-6}$ -Alkylreste seien beispielsweise eine Methyl-, Ethyl-, n-Propyl-, i-Propyl-, n-Butyl-, i-Butyl- oder tert. Butyl-, n-Pentyl-, i-Pentyl-, n-Hexyl-, 2-Methylpentyl-, 3-Methylpentyl-, 2,2-Dimethylbutyl- oder 2,3-Dimethylbutylgruppe genannt. Unter  $C_nF_{2n+1}$ -Rest wird ein verzweigter oder geradkettiger Fluoralkylrest mit 1 bis 3 Kohlenstoffatomen verstanden, wobei Beispiele eine Trifluormethyl-, Pentafluorethyl-, Heptafluor-n-propyl- oder Heptafluor-iso-propylgruppe sind.

20

Bevorzugt bedeuten  $R_1$  und  $R_2$  einen  $C_{1-3}$ -Alkylrest, besonders bevorzugt eine Methylgruppe oder eine Trifluormethylgruppe.

$Y$  bedeutet bevorzugt einen  $OC_{1-3}$ -Alkyl- oder  $SC_{1-3}$ -Alkylrest, besonders bevorzugt eine Methoxy-, Ethoxy-, Isopropoxy-,

25

Methylthio- oder Ethylthiogruppe, oder Trifluorethoxygruppe. Die

Verbindungen der Formel (I), in denen  $R_1$  ein  $C_nF_{2n+1}$ -Rest ist und/oder Y eine  $OCH_2C_nF_{2n+1}$ -Gruppe ist, sind neu.

Am stärksten bevorzugt sind im Rahmen von Verbindungen der Formel (I) die folgenden Verbindungen:

- 5 4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim,  
4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1Z-oxim,  
4-[17 $\beta$ -Methoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -  
10 yl]benzaldehyd-1E-oxim,  
4-[17 $\beta$ -Methoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1Z-oxim,  
4-[17 $\beta$ -Ethoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim,  
15 4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(ethoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim,  
4-[17 $\beta$ -Methoxy-17 $\alpha$ -(ethoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim,  
4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(isopropylloxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -  
20 yl]benzaldehyd-1E-oxim,  
4-[17 $\beta$ -Methoxy-17 $\alpha$ -(isopropylloxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim,  
4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(ethylthiomethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim und  
25 4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(1,1,1-trifluorethoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim.

Die Verbindungen werden gut am Gestagenrezeptor gebunden, zeigen im Tierexperiment eine starke antigestagene Aktivität, besitzen eine  
30 partielle gestagene Aktivität und weisen nur eine geringe glucocorticoide Rezeptorbindung auf (DE 4332283 A1 (EP 0 648 778 B1)).

Die nachfolgenden Beispiele dienen zur näheren Beschreibung der Erfindung.

### Beispiel 1

5 **4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim (Ia)**

#### Stufe a

25 g 3,3-Dimethoxy-5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -epoxy-estr-9(11)-en-17-on (IIa) werden in 200 ml DMSO gelöst und mit 34 g Trimethylsulfoniumjodid versetzt. Anschließend gibt man 24 g festes Kalium-tert.-butanolat hinzu und rührt 3 Stunden bei Raumtemperatur, gießt in eiskalte wäßrige Ammoniumchlorid-Lösung ein, extrahiert mit Essigester, wäscht neutral, trocknet die organische Phase mit Natriumsulfat und engt im Vakuum ein. Man erhält 27 g 3,3-Dimethoxy-5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -epoxy-estr-9(11)-en-17(S)-spiroepoxid (IXa) als klebrigen Schaum, der direkt in der nächsten Stufe eingesetzt wird.

#### Stufe b

27 g 3,3-Dimethoxy-5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -epoxy-estr-9(11)-en-17(S)-spiroepoxid (IXa) werden in 100 ml Methanol gelöst, unter Argon werden 100 ml 3N Natriummethylat-Lösung zugesetzt und die Mischung wird 2 Stunden unter Rückfluß erhitzt. Es wird abgekühlt, die Hälfte des Methanols wird abdestilliert und der Rest in Essigester aufgenommen, die Lösung wird mit Wasser versetzt und die Phasen werden getrennt. Die organische Phase wird neutral gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet und im Vakuum eingeengt. Man erhält 29,5 g 3,3-Dimethoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -epoxy-estr-9(11)-en-17 $\beta$ -ol (Xa) als einen klebrigen Schaum, der direkt in der nächsten Stufe eingesetzt wird.

#### Stufe c

30 10 g 3,3-Dimethoxy-17 $\alpha$ -methoxymethyl-5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -epoxy-estr-9(11)-en-17 $\beta$ -ol (Xa) in 50 ml abs. THF werden bei -35°C zu einer Grignard-Lösung, hergestellt aus 2,7 g Magnesium, 25 g 4-

Brombenzaldehydethylenketal in 130 ml THF und 0,65 g Kupfer(I)chlorid, zugetropft. Man läßt nach 2 Stunden auf Raumtemperatur erwärmen, zersetzt mit wäßriger Ammoniumchlorid-Lösung und extrahiert die Lösung mit tert.-Butylmethylether. Die organische Phase wird neutral gewaschen, getrocknet und im Vakuum eingedampft. Man erhält 16 g eines Rohproduktes aus dem durch Chromatographie an Kieselgel das 4-(3,3-Dimethoxy-5 $\alpha$ ,17 $\beta$ -dihydroxy-17 $\alpha$ -methoxymethyl-estr-9-en-11 $\beta$ -yl)benzaldehyd-1,1-ethylenketal (XIa) isoliert wird.

Schmp. 111 bis 116 °C.  $\alpha_D = -5^\circ$  (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR: 7,36 (d, 2H, J=8,1, H3'), 7,24 (d, 2H, J=8,1, H2'), 5,76 (s, 1H, PhCH), 4,67 (s, 1H, OH), 4,27 (d, 1H, J= 8,1, H-11 $\alpha$ ), 4,02-4,14 (m, 4H, Etylenketal), 3,38 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 3,22 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 3,21 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 3,17 (d, 1H, J=9,0, CH<sub>2</sub>O), 2,55 (s, 1H, OH), 0,46 (s, 3H, H-18),

#### 15 Stufe d

45 g 4-(3,3-Dimethoxy-17 $\alpha$ -methoxymethyl-5 $\alpha$ -hydroxy-estr-9-en-11 $\beta$ -yl)benzaldehyd-1,1-ethylenketal (XIa) werden in 100 ml tert.-Butylmethylether gelöst, mit 1,2 g p-Toluolsulfonsäure versetzt und 1 Stunde bei Raumtemperatur gerührt. Nach Zugabe von 15 ml Bicarbonat-Lösung wird mit Methylenchlorid extrahiert, die organische Phase neutral gewaschen, getrocknet und im Vakuum eingeeengt. Nach Zugabe von tert.-Butylmethylether fällt der 4-[17 $\beta$ -Hydroxy-(17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl)]benzaldehyd (VIIa) als Rohprodukt aus, das durch Chromatographie an Kieselgel gereinigt und aus Essigester umkristallisiert wird.

Schmp. 235 bis 240° C.  $\alpha_D = +209^\circ$  (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR: 9,97 (s, 1H, -CHO), 7,80 (d, 2H, J = 8,1, H-3'), 7,38 (d, 2H, J = 8,1, H-2'), 5,80 (s, 1H, H-4), 4,45 (d, 1H, J = 7,5, H-11), 3,57 (d, 1H, J = 9,2, CH<sub>2</sub>O), 3,42 (d, 1H, J = 10,8, CH<sub>2</sub>O), 3,41 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 0,51 (s, 3H, H-18).

#### 30 Stufe e

33g 4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd (VIIa) werden unter Argonschutz in 250 ml Pyridin

gelöst und mit 5,8 g Hydroxylaminhydrochlorid versetzt. Nach 2 Stunden wird in Eiswasser eingerührt, der Niederschlag wird abgesaugt, gewaschen und getrocknet. Das Rohprodukt (40 g) wird durch Chromatographie an Kieselgel gereinigt. Man erhält 20 g 4-[17 $\beta$ -Hydroxy-(17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim (Ia) [Schmp. 135 bis 145°C (EtOH/Wasser).  $\alpha_D = +236^\circ$  (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR: 9,00 (s, 1H, NOH), 8,11 (s, 1H, HC=N), 7,45 (d, 2H, J = 8,2, H-3'), 7,17 (d, 2H, J = 8,2, H-2'), 5,79 (s, 1H, H-4), 4,38 (d, 1H, J = 7,1, H-11), 3,58 (d, 1H, J = 9,0, CH<sub>2</sub>O), 3,43 (s, 3H, OCH<sub>2</sub>), 3,25 (d, 1H, J = 9,0, CH<sub>2</sub>O), 0,48 (s, 3H, H-18)] und 1,5 g 4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1Z-oxim (Ib) [Schmp. 135 bis 146°C (Aceton).  $\alpha_D = +192^\circ$ . <sup>1</sup>H-NMR: 8,56 (s, 1H, NOH), 7,86 (d, 2H, J = 8,4, H-3'), 7,33 (s, 1H, HC=N), 7,26 (d, 2H, J = 8,4, H-2'), 5,79 (s, 1H, H-4), 4,41 (d, 1H, J = 7,2, H-11), 3,57 (d, 1H, J = 9,1, CH<sub>2</sub>O), 3,42 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 3,23 (d, 1H, J = 9,1, CH<sub>2</sub>O), 0,54 (s, 3H, H-18).

## Beispiel 2

4-[17 $\beta$ -Methoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim (Ic)

### Stufe a

29,5 g des in Beispiel 1, Stufe b hergestellten 3,3-Dimethoxy-17 $\alpha$ -methoxymethyl-5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -epoxy-estr-9(11)-en-17 $\beta$ -ols (Xa) werden unter Argon in 650 ml Toluol gelöst, mit 110 g Kalium-tert.-butanolat versetzt und bei Raumtemperatur gerührt. Man tropft 70 ml Methyljodid in 30 ml Toluol innerhalb von 2 Stunden zu. Danach wird mit Wasser verdünnt, die Phasen werden getrennt, die organische Phase neutral gewaschen getrocknet und im Vakuum eingedampft. Man erhält 30 g 3,3,17 $\beta$ -Trimethoxy-5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -epoxy-estr-9(11)-en-17 $\alpha$ -methoxy-methylether (Xb) als gelbes Harz, das mit Hexan behandelt wird.

Schmp. 114 bis 118°C (Hexan).  $\alpha_D = +7^\circ$  (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR: 6,00 (m, 1H, H-11), 3,57 (d, 1H, J = 10,3, CH<sub>2</sub>O), 3,36 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 3,30 (d, 1H, J = 10,3, CH<sub>2</sub>O), 3,28 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 3,19 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 3,13 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 0,88 (s, 1H, H-18).

#### 5 Stufe b

Zu einer Grignard-Lösung, hergestellt aus 24 g 4-Brombenzaldehydethylenketal und 2,0 g Magnesium in 140 ml THF, werden bei -35 °C 500 mg Kupfer(I)chlorid zugegeben. Man rührt 20 Minuten bei dieser Temperatur und tropft eine Lösung von 10 g 3,3,17β-Trimethoxy-5α,10α-epoxy-estr-9(11)-en-17α-methoxymethylether (Xb) in 40 ml THF zu. Anschließend läßt man die Reaktionslösung auf Raumtemperatur erwärmen, zersetzt den Ansatz mit wäßriger Ammoniumchlorid-Lösung, extrahiert die Lösung mit Essigester und wäscht die organische Phase mit Wasser, trocknet sie mit Natriumsulfat und engt die Lösung im Vakuum ein. Das Rohprodukt, 4-(3,3-Dimethoxy-5α-hydroxy-17β-methoxy-17α-methoxymethyl-estr-9-en-11β-yl)benzaldehyd-1,1-ethylenketal (XIb), (15 g) wird direkt in der nächsten Stufe eingesetzt.

#### Stufe c

15 g Rohprodukt 4-(3,3-Dimethoxy-5α-hydroxy-17β-methoxy-17α-methoxymethyl-estr-9-en-11β-yl)benzaldehyd-1,1-ethylenketal (XIb) werden in 120 ml Aceton gelöst und mit 1,3 g p-Toluolsulfonsäure versetzt. Nach 1 Stunde wird neutralisiert und mit Wasser verdünnt. Dabei fällt der 4-[17β-Methoxy-17α-methoxymethyl]-3-oxoestra-4,9-dien-11β-yl]benzaldehyd (VIIb) aus, der abgesaugt und in Aceton umkristallisiert wird.

Schmp. 245 bis 250 °C (Aceton).  $\alpha_D = +193^\circ$  (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR: 9,97 (s, 1H, CHO), 7,79 (d, 2H, J = 8,1, H-3'), 7,37 (d, 2H, J = 8,1, H-2'), 5,79 (s, 1H, H-4), 4,44 (d, 1H, J = 7,5, H-11), 3,56 (d, 1H, J = 10,8, CH<sub>2</sub>O), 3,42 (d, 1H, J = 10,8, -CH<sub>2</sub>O), 3,41 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 3,25 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 0,51 (s, 3H, H-18).

**Stufe d**

Zu einer Lösung von 10 g 4-[17 $\beta$ -Methoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd (VIIb) in 100 ml Pyridin werden bei Raumtemperatur 1,75 g Hydroxylaminhydrochlorid zugegeben und  
5 die Mischung wird 2 Stunden gerührt. Man gießt in Eiswasser ein, saugt den Niederschlag ab, trocknet mit Calciumchlorid und chromatographiert das Rohprodukt an Kieselgel. Man isoliert 7g 4-[17 $\beta$ -Methoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim (Ic) [Schmp. 196 bis 198 °C (EtOH/H<sub>2</sub>O).  $\alpha_D =$   
10 +220° (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR: 8,38 (s, 1H, NOH), 8,10 (s, 1H, HC=N), 7,47 (d, 2H, J = 8,1, H-3'), 7,20 (d, 2H, J = 8,1, H-2'), 5,79 (s, 1H, H-4), 4,38 (d, 1H, J = 7,3, H-11), 3,58 (d, 1H, J = 10,8, CH<sub>2</sub>O), 3,41 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 3,41 (d, 1H, J = 10,8, CH<sub>2</sub>O), 3,25 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 0,54 (s, 3H, H-18)] und 300 mg 4-[17 $\beta$ -Methoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-  
15 4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyde-1Z-oxim (Id) [Schmp. 120 bis 138 °C (Aceton/n-Hexan).  $\alpha_D = +217^\circ$  (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR: 9,38 (s, 1H, NOH), 7,88 (d, 2H, J = 8,9, H-3'), 7,33 (s, 1H, HC=N), 7,26 (d, 2H, J = 8,9, H-2'), 5,79 (s, 1H, H-4), 4,39 (d, 1H, J = 7,3, H-11), 3,58 (d, 1H, J = 10,5, CH<sub>2</sub>O), 3,42 (d, 1H, J = 10,5, CH<sub>2</sub>O), 3,41 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 3,26  
20 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 0,54 (s, 3H, H-18).

**Beispiel 3****4-[17 $\beta$ -Ethoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim (Ie)****25 Stufe a**

4,16 g des in Beispiel 1, Stufe b hergestellten 3,3-Dimethoxy-17 $\alpha$ -methoxymethyl-5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -epoxy-estr-9(11)-en-17 $\beta$ -ols (Xa) werden portionsweise mit insgesamt 15,6 g Kalium-tert.-butanolat und 76 ml Iodethan in 405 ml Toluol bei 35 °C innerhalb von 14 h umgesetzt. Zur  
30 Aufarbeitung wird auf Raumtemperatur gekühlt und Wasser zugesetzt, wobei sich Salze lösen. Die Phasen werden getrennt und die wäßrige Phase mit Toluol nachextrahiert. Die Lösung wird gewaschen,

getrocknet und eingedampft. Man erhält 4,2 g 3,3,-Dimethoxy-5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -epoxy-17 $\beta$ -ethoxy-estr-9(11)-en-17 $\alpha$ -methoxymethylether (Xc) als Rohprodukt, das direkt in der nächsten Stufe eingesetzt wird.

### Stufe b

- 5 Zu einer Grignard-Lösung, hergestellt aus 5 g 4-Brombenzaldehydethylenketal und 0,45 g Magnesium in 60 ml THF, wird bei -35 °C 0,1 g Kupfer(I)chlorid zugegeben. Man rührt 30 Minuten bei dieser Temperatur und tropft eine Lösung von 2,5 g 3,3-Dimethoxy-5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -epoxy-17 $\beta$ -ethoxy-estr-9(11)-en-17 $\alpha$ -
- 10 methoxymethylether (Xc) in 15 ml THF zu. Anschließend läßt man die Reaktionslösung auf Raumtemperatur erwärmen, zersetzt den Ansatz mit wäßriger Ammoniumchlorid-Lösung und isoliert nach üblicher Aufarbeitung das 4-[3,3-Dimethoxy-5 $\alpha$ -hydroxy-17 $\beta$ -ethoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-estr-9-en-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1,1-ethylenketal (Xlc)
- 15 (4,5 g), das direkt in der nächsten Stufe eingesetzt wird

### Stufe c

- 4,5 g 4-[3,3-Dimethoxy-5 $\alpha$ -hydroxy-17 $\beta$ -ethoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-estr-9-en-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1,1-ethylenketal (Xlc) werden in 60 ml Aceton gelöst. Man fügt 1,6 g p-Toluolsulfonsäure zu und gießt nach 1
- 20 Stunde in Eiswasser ein. Der dabei ausfallende 4-[17 $\beta$ -Ethoxy-17 $\alpha$ -methoxymethyl]-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd (VIIc) wird abgesaugt, getrocknet und aus Aceton/Hexan und erneut aus tert.-Butylmethylether umkristallisiert.

- Schmp. 164 bis 167 °C.  $\alpha_D = +199^\circ$  (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR: 9,97 (s, 1H, CHO), 7,80 (d, 2H, J = 8,1, H-3'), 7,37 (d, 2H, J = 8,1, H-2'), 5,79 (s, 1H, H-4), 4,43 (d, 1H, J = 7,5, H-11), 3,58 (d, 1H, J = 10,8, CH<sub>2</sub>O), 3,41 (m, 2H, CH<sub>2</sub>O), 3,40 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 1,10 (t, 3H, Ethyl), 0,51 (s, 3H, H-18).

### Stufe d

- 30 1,7 g 4-[17 $\beta$ -Ethoxy(17 $\alpha$ -methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd (VIIc) werden in 25 ml Pyridin mit 250 mg



Hydroxylaminhydrochlorid 1 Stunde bei Raumtemperatur gerührt. Danach gießt man in 100 ml Eiswasser ein, saugt den Niederschlag ab, wäscht mit Wasser neutral und trocknet mit Calciumchlorid. Das Rohprodukt (1,7 g) wird durch Chromatographie an Kieselgel  
5 gereinigt. Man erhält 890 mg 4-[17 $\beta$ -Ethoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim (Ie).

Schmp. 184 bis 187 °C (Aceton/Hexan).  $\alpha_D = +214^\circ$  (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR: 9,10 (s, 1H, CH=N), 7,58 (s, 1H, OH), 7,49 (d, 2H, J = 8,4, H-3'), 7,21 (d, 2H, J = 8,4, H-2'), 5,78 (s, 1H, H-4), 4,38 (d, 1H, J = 6,9, H-11),  
10 3,62 (d, 1H, J = 10,8, CH<sub>2</sub>O), 3,40 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 3,36 (d, 1H, J = 10,8, CH<sub>2</sub>O), 1,11 (t, 3H, CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>), 0,54 (s, 3H, H-18).

#### Beispiel 4

##### 4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(ethoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim (If) 15

Die Herstellung erfolgt gemäß Beispiel 1, Stufen 1b 1c, 1d und 1e, wobei in Stufe 1b Natriumethylat anstelle von Natriummethylat verwendet wird. Die Verbindung (If) wird als farbloser Schaum isoliert.  $\alpha_D = +226^\circ$  (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR: 8,10 (s, 1H, HC=N), 7,71 (s, 1H, NOH),  
20 7,47 (d, 2H, J = 8,2, H-3'), 7,19 (d, 2H, J = 8,2, H-2'), 5,78 (s, 1H, H-4), 4,38 (d, 1H, J = 7,1, H-11), 3,58 (d, 1H, J = 9,3, CH<sub>2</sub>O), 3,55 (m, 2H, CH<sub>2</sub>H<sub>5</sub>), 3,25 (d, 1H, J = 9,3, CH<sub>2</sub>O), 2,17 (s, 1H, OH), 1,25 (t, 3H, CH<sub>2</sub>H<sub>5</sub>), 0,52 (s, 3H, H-18).

#### Beispiel 5 25

##### 4-[17 $\beta$ -Methoxy-17 $\alpha$ -(ethoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim (Ig)

Die Herstellung der Verbindung (Ig) erfolgt gemäß Beispiel 1, Stufe b, wobei Natriumethylat anstelle von Natriummethylat verwendet wird,  
30 und gemäß Beispiel 2, Stufen 2a, 2b, 2c und 2d.

Schmp. 90 bis 95 °C tert.-Butylmethylether).  $\alpha_D = +177^\circ$  (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR: 8,10 (s, 1H, HC=N), 7,60 (s, 1H, NOH), 7,47 (d, 2H, J = 8,1, H-3'), 7,24 (d, 2H, J = 8,1, H-2'), 5,79 (s, 1H, H-4), 4,37 (d, 1H, J = 7,3,

H-11), 3,63 (d, 1H, J = 10,8, CH<sub>2</sub>O), 3,55 (m, 2H, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>), 3,44 (d, 1H, J = 10,8, CH<sub>2</sub>O), 3,26, 3,22 (2s, je 3H, OCH<sub>3</sub>), 1,27 (t, 3H, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>), 0,54 (s, 3H, H-18).

5

**Beispiel 6**

**4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(isopropoxy)methyl]-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim (Ih)**

Die Herstellung der Verbindung (Ih) erfolgt gemäß Beispiel 1, Stufen 1b, 1c, 1d und 1e, wobei in Stufe 1b Natriumisopropylat anstelle von Natriummethylat verwendet wird.

Schmp. 192 bis 196 °C (Zersetzung; Diethylether).  $\alpha_D = +186^\circ$  (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR: 8,10 (s, 1H, HC=N), 8,08 (s, 1H, NOH), 7,48 (d, 2H, J = 8,1, H-3'), 7,19 (d, 2H, J = 8,1, H-2'), 5,79 (s, 1H, H-4), 4,38 (d, 1H, J = 6,6, H-11), 3,6 (m, CH<sub>2</sub>), 3,59 (d, 1H, J = 9,3, CH<sub>2</sub>O), 3,23 (d, 1H, J = 9,3, CH<sub>2</sub>O), 3,02 (s, 1H, OH), 1,21 (m, 6H, 2xCH<sub>3</sub>), 0,52 (s, 3H, H-18).

**Beispiel 7**

**4-[17 $\beta$ -Methoxy-17 $\alpha$ -(isopropoxy)methyl]-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim (Ii)**

Die Herstellung der Verbindung (Ii) erfolgt gemäß Beispiel 1, Stufe b mit Natriummethylat anstelle von Natriumisopropylat und gemäß Beispiel 2, Stufen 2a, 2b, 2c und 2d.

Schmp. 143°C (Zersetzung; Aceton/Hexan).  $\alpha_D = +199^\circ$  (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR: 8,10 (s, 1H, HC=N), 8,0 (s, 1H, NOH), 7,48 (d, 2H, J = 8,4, H-3'), 7,21 (d, 2H, J = 8,1, H-2'), 5,79 (s, 1H, H-4), 4,37 (d, 1H, J = 6,9, H-11), 3,62 (d, 1H, J = 10,5, CH<sub>2</sub>O), 3,59 (m, 2H, OCH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), 3,43 (d, 1H, J = 10,2, CH<sub>2</sub>O), 3,26 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 1,22 (t, 3H, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>), 0,54 (s, 3H, H-18).

30

**Beispiel 8****4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(ethylthiomethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim (lj)**

Die Herstellung der Verbindung (lj) erfolgt gemäß Beispiel 1, Stufe 1b,  
5 1c, 1d und 1e, wobei in Stufe 1b Natriumthioethylat anstelle von Natriummethylat verwendet wird.

Schmp. 132 bis 137°C.  $\alpha_D = +165^\circ$  (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR: 8,10 (s, 1H, HC=N), 7,93 (s, 1H, NOH), 7,49 (d, 2H, J = 8,4, H-3'), 7,19 (d, 2H, J = 8,4, H-2'), 5,79 (s, 1H, H-4), 4,42 (d, 1H, J = 7,2, H-11), 2,95 (d,  
10 1H, J = 13,2, CH<sub>2</sub>S), 2,90 (s, 3H, OH), 2,71 (d, 1H, J = 12,9, CH<sub>2</sub>S), 2,6 (m, 2H, SCH<sub>2</sub>-), 1,29 (t, 3H, SCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>), 0,56 (s, 3H, H-18).

**Beispiel 9****4-{17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(1,1,1-trifluorethoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl}benzaldehyd-1E-oxim (lk)**

15

Die Herstellung der Verbindung (lk) erfolgt gemäß Beispiel 1, Stufe 1b, 1c, 1d und 1e, wobei in Stufe 1b 1,1,1-Trifluorethanol und Kalium-tert.-butanolat anstelle von Natriummethylat verwendet wird.

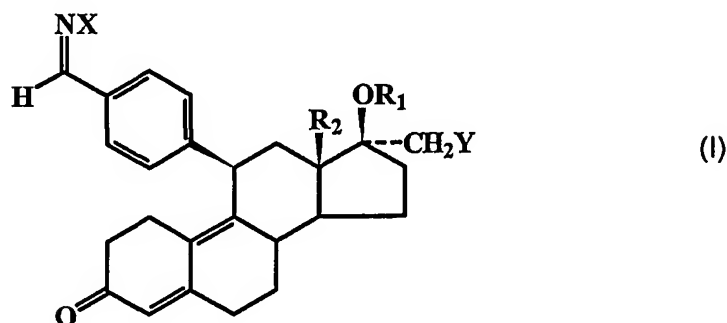
Schmp. 132 bis 136°C (Diethylether).  $\alpha_D = +182^\circ$  (CHCl<sub>3</sub>). <sup>1</sup>H-NMR:  
20 8,10 (s, 1H, HC=N), 7,60 (s, 1H, NOH), 7,49 (d, 2H, J = 8,4, H-3'), 7,20 (d, 2H, J = 8,1, H-2'), 5,79 (s, 1H, H-4), 4,41 (d, 1H, J = 7,2, H-11), 3,95 (m, 2H, OCH<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>), 3,92 (d, 1H, J = 8,7, CH<sub>2</sub>O), 3,82 (d, 1H, J = 9,0, CH<sub>2</sub>O), 0,55 (s, 3H, H-18).

25

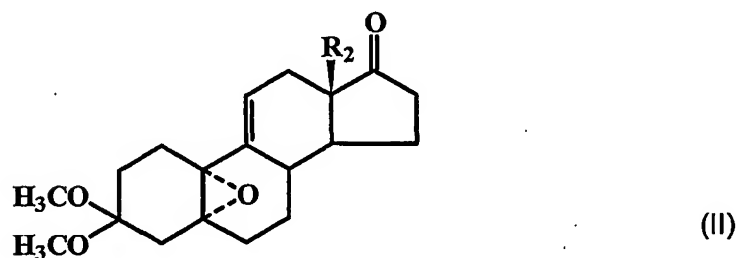
30

### Patentansprüche

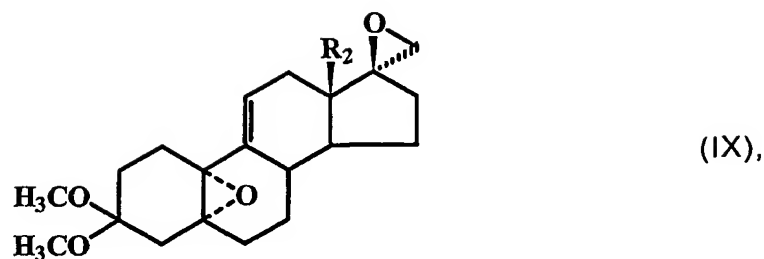
1. Verfahren zur Herstellung von 4-(17 $\alpha$ -substituierten-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl)benzaldehyd-(1E oder 1Z)-oximen der  
 5 allgemeinen Formel (I),



- worin  $R_1$  ein Wasserstoffatom, einen  $C_{1-6}$ -Alkylrest oder einen  $C_nF_{2n+1}$ -Rest bedeutet,  $R_2$  einen  $C_{1-4}$ -Alkylrest bedeutet,  $X$  eine  $E$ - oder  $Z$ -ständige  $OH$ -Gruppe bedeutet und  $Y$  eine  $OC_{1-6}$ -Alkylgruppe,  $SC_{1-6}$ -Alkylgruppe oder  $OCH_2C_nF_{2n+1}$ -Gruppe bedeutet, wobei  $n$  1, 2 oder 3 ist, **dadurch gekennzeichnet, daß**  
 10 ein 3,3-Dimethoxy-5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -epoxy-estr-9(11)-en-17-on der Formel (II)

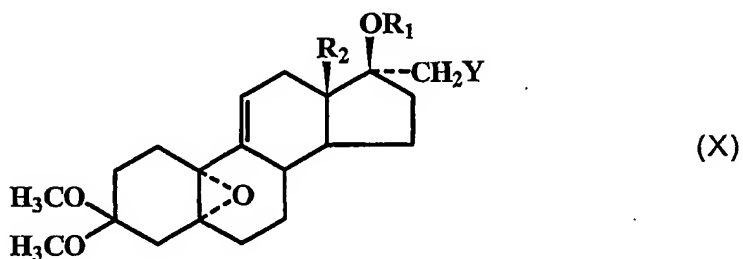


- in der  $R_2$  die vorstehend gegebene Bedeutung hat, mit einem aktiven Methylenreagens in einem inerten Lösungsmittel in ein  
 15 5 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -Epoxy-17(S)-spiroepoxid der Formel (IX)



in der  $R_2$  die vorstehend gegebene Bedeutung hat, umgewandelt wird, das nach regio- und stereoselektiver Spaltung der 17-Spiroepoxygruppe durch Alkali- oder Erdalkalialkoholat, durch

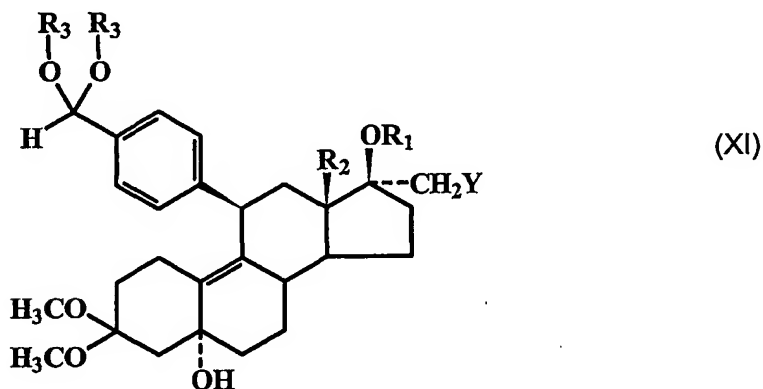
5 Alkylmercaptane in Gegenwart von Alkalihydroxiden oder Kaliumtert.-butanolat, durch direkte Spaltung mit Alkalimercaptiden oder mit Perfluoralkylalkoholen in Gegenwart von Alkali in einem inerten Lösungsmittel zu einer  $17\alpha$ -substituierten Verbindung der Formel (X),



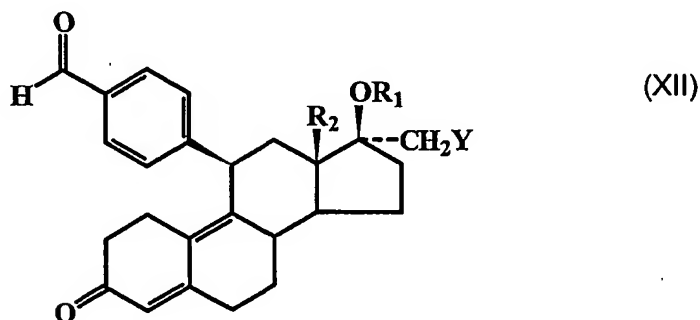
geöffnet wird, in der  $R_1$  ein Wasserstoffatom darstellt, Y eine  $OC_{1-6}$ -Alkylgruppe,  $SC_{1-6}$ -Alkylgruppe oder  $OCH_2C_nF_{2n+1}$ -Gruppe bedeutet, wobei n 1, 2 oder 3 ist und  $R_2$  die vorstehend gegebene Bedeutung hat, die gegebenenfalls durch Umsetzung der  $17\beta$ -Hydroxylgruppe mit Alkylhalogeniden oder Halogenalkylfluoriden

15 in Gegenwart von starken Basen in einem inerten Lösungsmittel in den  $17\beta$ -Ether oder  $17\beta$ -Fluoralkylether der Formel (X)

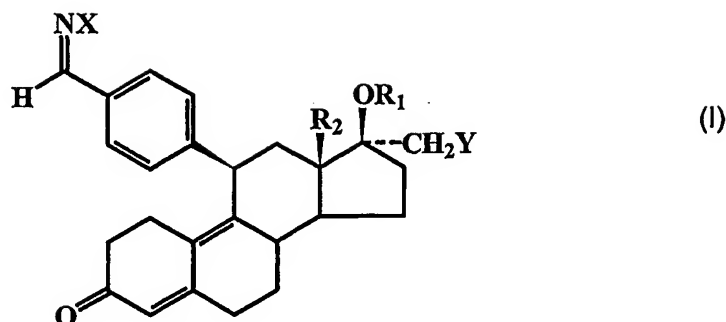
umgewandelt wird, worin  $R_1$  ein  $C_{1-6}$ -Alkylrest oder ein  $C_nF_{2n+1}$ -Rest ist, wobei  $n$  1, 2 oder 3 ist, und  $R_2$  und  $Y$  die vorstehend gegebene Bedeutung haben, die mit einem 4-Brombenzaldehydketal, Magnesium und  $Cu(I)Cl$  bei Temperaturen zwischen  $-35^\circ C$  und Raumtemperatur zu dem entsprechenden 3,3-Dimethoxy-5 $\alpha$ -hydroxy-17 $\alpha$ - $CH_2Y$ -11 $\beta$ -benzaldehydketal der Formel (XI)



umgesetzt wird, worin  $R_1$  ein Wasserstoffatom, ein  $C_{1-6}$  Alkylrest oder ein  $C_nF_{2n+1}$ -Rest ist, wobei  $n$  1, 2 oder 3 ist,  $R_2$  und  $Y$  die vorstehend gegebene Bedeutung haben und  $R_3$  für einen Methylrest oder eine Ethylidengruppe steht, die durch saure Hydrolyse der Schutzgruppen in ein 11 $\beta$ -Benzaldehyd-Derivat der Formel (XII) überführt wird,



worin  $R_1$ ,  $R_2$  und  $Y$  die vorstehend gegebene Bedeutung haben und die Aldehydfunktion selektiv durch Hydroxylammoniumsalze in ein Gemisch der E/Z-Benzaldoxime der allgemeinen Formel (I),



umgewandelt wird, worin X eine E- oder Z-ständige OH-Gruppe bedeutet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** es  
 5 den zusätzlichen Verfahrensschritt umfaßt, das Gemisch der E/Z-Benzaldoxime der allgemeinen Formel (I) durch Umkristallisation oder durch Chromatographie in die Einzelkomponenten zu trennen.
- 10 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** R<sub>1</sub> einen C<sub>1-3</sub>-Alkylrest, vorzugsweise eine Methylgruppe, oder Trifluormethylgruppe bedeutet.
- 15 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** R<sub>2</sub> einen C<sub>1-3</sub>-Alkylrest, vorzugsweise eine Methylgruppe, oder Trifluormethylgruppe bedeutet.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** Y einen OC<sub>1-3</sub>-Alkyl- oder SC<sub>1-3</sub>-Alkylrest, vorzugsweise eine Methoxy-, Ethoxy-, Isopropoxy-, Methylthio- oder Ethylthiogruppe, oder Trifluormethoxygruppe bedeutet.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verbindungen

4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim,

5 4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1Z-oxim,

4-[17 $\beta$ -Methoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim,

10 4-[17 $\beta$ -Methoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1Z-oxim,

4-[17 $\beta$ -Ethoxy-17 $\alpha$ -(methoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim,

4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(ethoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim,

15 4-[17 $\beta$ -Methoxy-17 $\alpha$ -(ethoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim,

4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(isopropylloxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim,

20 4-[17 $\beta$ -Methoxy-17 $\alpha$ -(isopropylloxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim,

4-[17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(ethylthiomethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim und

4-{17 $\beta$ -Hydroxy-17 $\alpha$ -(1,1,1-trifluorethoxymethyl)-3-oxoestra-4,9-dien-11 $\beta$ -yl]benzaldehyd-1E-oxim hergestellt werden.

25

30